

## АРКТИКА И ЕЕ ОСВОЕНИЕ

средах, предложенных в работе [3]. В частности, более общей представляется связь, хорошо апробированная на классе задач теплообмена при течении теплоносителей в каналах, типа:

$$Pr_t = Pr \frac{\left(1 + y^{+2}/(2\Delta) - \exp(-y^{+}/\sqrt{\Delta})\right)}{\left(1 + Pr y^{+2}/(2\Delta) - \frac{\Lambda}{1+\Lambda} \exp(-y^{+}\sqrt{Pr/\Delta})\right)},$$

где  $Pr_t$  – турбулентное число Прандтля;  $y$  – расстояние от стенки;  $\Delta$  – характерное безразмерное расстояние от стенки;  $\Lambda$  – критерий влияния характеристики материала стенки на величину пульсаций температуры.

Представленная в работе информация об особенностях изменений критериев подобия газовых сред, характеризующих явления переноса, качественно укладывается в диапазон значений для реальных газов. Таким образом, процесс сепарации углеводородных многокомпонентных сред, обусловленный фазовыми превращениями, нелинейными изменениями теплофизических свойств и структурной нестабильностью компонентного состава фаз, требует представления детальной информации параметров переноса – физических критериев подобия тройной аналогии ( $Pr$ ,  $Sc$ ,  $Le$ ). Именно такие безразмерные комплексы дают представление общей картины протекания процессов переноса импульса, массы и тепла, с учетом множества влияющих факторов, таких как, давление, температура и компонентный состав.

Выполнено при частичной поддержке гранта *FP7-PEOPLE-2013-IIF, project #913974*.

### Литература

1. Нефть и газ Арктики. [Электронный ресурс]: PRO-ARCTIC – независимое российское информационно-аналитическое сетевое издание, посвященное ответственному и рациональному освоению ресурсов российской Арктики. URL: <http://pro-arctic.ru/28/05/2013/resources/3516> (дата обращения: 12.08.2016).
2. Богоявленский В.И. Проблемы и перспективы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики // Бурение и Нефть. – 2012. – № 11. – с. 4–9.
3. Гешев П.И. Влияние теплопроводности стенки на величину турбулентного числа Прандтля в вязком подслое // Инженерно-технический журнал, 1978. – Т. 35. – №2. – С. 292–296.

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ

**Е.В. Николаев**

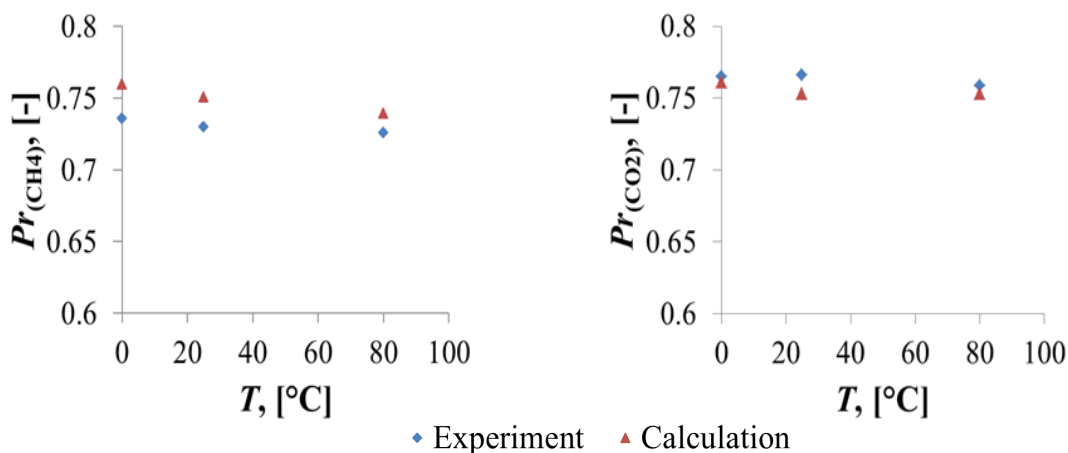
Научный руководитель профессор С.Н. Харламов

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия**

В процессах промыслового сбора нефти и газа, подготовки к транспорту и переработке возможны совместное движение или обработка указанных фаз, являющихся составными элементами многофазной системы. Однако в процессе движения многофазной системы по технологической цепи промысловых сооружений наступает момент, когда дальнейшее совместное перемещение фаз либо проведение основного процесса становится нерациональным или практически

невозможным [1]. Тогда возникает необходимость сепарации пластовой нефти. Качество процесса сепарации играет немаловажную роль в технологической цепи предварительной подготовки нефти, так как именно на этой стадии в результате интенсивного газовыделения происходит унос тяжелых углеводородов с отгоняемым газом. В связи с большими финансовыми затратами проведения экспериментальных работ по прогнозированию сепарационных процессов, теоретический подход к решению таких задач является весьма целесообразным. Поэтому методики прогнозирования процесса сепарации многокомпонентных углеводородных сред требуют детального анализа. Учитывая вышесказанное, цель данной работы состоит в проведении анализа современных подходов к прогнозированию процессов разделения углеводородных сред.

В предыдущих работах нами был проведен сравнительный анализ уравнений состояний к вычислению компонентных составов [2]. Как выяснилось, среди них выделяется уравнение Пенга-Робинсона, которое дает наиболее точные и надежные результаты в широком диапазоне термобарических условий [3]. Однако в характеристике локальных явлений важным является представление о теплофизических свойствах сред, а также об особенностях изменений критериев физического подобия (число Прандтля, Шмидта и Льюиса). Экспериментальных данных об изменениях вышеуказанных параметров для многокомпонентных углеводородных сред крайне мало. Поэтому достаточно проблематично оценить адекватность для таких сред. Однако существует множество опытных данных о свойствах индивидуальных компонентов.



**Рис. Проверка адекватности расчетных значений числа Прандтля ( $Pr$ )**

Так, на рисунке представлены результаты вычислений числа Прандтля для двуокиси углерода и метана в сравнении с экспериментальными значениями, выявленными с помощью опытных данных теплофизических свойств данных компонентов из [4].

Данные из рисунка хорошо подтверждают адекватность расчетных значений числа Прандтля для однокомпонентной среды. Относительные погрешности, как для метана, так и для двуокиси углерода не превышают 2,5%. Чтобы качественно оценить критерии подобия тройной аналогии (число Шмидта и Льюиса), необходимо владеть экспериментальной информацией коэффициентов самодиффузии компонентов. Зная данные величину для индивидуальных компонентов, особенно при изменениях полей давления, можно строить данные не только о поведении индивидуальных веществ, но и их смесей.

Литература

1. Каспарьянц К.С., Кузин В.И., Григорян Л.Г. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти и газа. – М.:«Недра». – 1977. – 250 с.
2. Николаев Е.В., Харламов С.Н. Исследование сепарационных процессов углеводородных многокомпонентных систем в режимах функционирования оборудования предварительной подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета, 2016. – Т. 327. – № 7, – с. 84–99.
3. Базис HYSYS. – AspenTech, Версия 2006. – 311 с.
4. Варгафтик Н.Б., Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.:Наука, 1972. – 720 с.

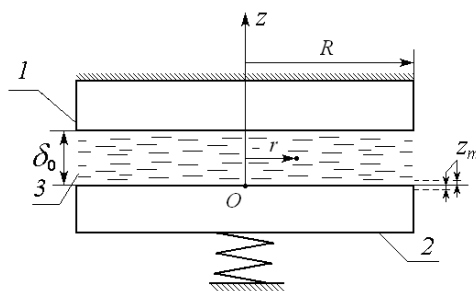
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ С ГРУНТОМ И ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТЬЮ НА БАЗЕ ОДНОМАССОВОЙ МОДЕЛИ**

**Е.В. Попова**

Научный руководитель профессор Д.В. Кондратов

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия*

Рассмотрим динамику взаимодействия круглой пластины, установленной на грунте со слоем вязкой несжимаемой жидкости. Радиус пластины  $R$  значительно больше ее толщины  $h_0$ . На торце она жестко закреплена. Пластина образует одну из стенок узкого канала, вторую стенку которого образует абсолютно жесткий диск аналогичного радиуса. Для грунта примем модель Винклера. Канал полностью заполнен вязкой жидкостью, которая на торце свободно истекает в такую же окружающую жидкость, давление в которой пульсирует по заданному гармоническому закону  $p=p_0+p_m\sin(\omega t)$ ,  $p_0$  – статическое давление,  $p_m$  – амплитуда пульсаций. Толщина слоя жидкости в канале  $\delta_0$ , амплитуда прогибов пластины значительно меньше данной толщины. Введем в рассмотрение цилиндрическую систему координат  $Or\varphi z$ , связанную с центром пластины и рассмотрим осесимметричную задачу. Упругие прогибы пластины  $w$  на основной моде ее колебаний будем моделировать перемещениями одномассовой системы  $z_m$ . Для этого осуществим переход от пластины к диску с приведенной массой  $m^*$ , который подвешен на пружине с приведенной жесткостью  $n^*$ , как предложено в работах [1,3], т.е. рассматриваем следующую колебательную систему, состоящую: из жесткой неподвижной стенки канала 1, жесткой стенки 2 с упругой связью и пульсирующего слоя вязкой жидкости 3 между ними (см. рис.1).



**Рис.1**